

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC
CURITIBANOS**

ELAINE GOETTEN CARVALHO SARTOR

**EFICIÊNCIA PRODUTIVA DA SOJA EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO
DE CÁLCIO NO PERÍODO REPRODUTIVO**

**CURITIBANOS
2014**

ELAINE GOETTEN CARVALHO SARTOR

**EFICIÊNCIA PRODUTIVA DA SOJA EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO
DE CÁLCIO NO PERÍODO REPRODUTIVO**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Universidade Federal de Santa Catarina como parte
dos requisitos necessários para a obtenção do Grau
de Bacharel em Agronomia. Sob a orientação do
Professor Dr. Samuel Luiz Fioreze.

**CURITIBANOS
2014**



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Coordenação do Curso de Graduação em Agronomia

Rodovia Ulysses Gaboardi km3

CP: 101 CEP: 89520-000 - Curitibanos - SC

TELEFONE (048) 3721-2178 E-mail: agronomia.cbs@contato.ufsc.br.

ELAINE GOETTEN CARVALHO SARTOR

EFICIÊNCIA PRODUTIVA DA SOJA EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE CÁLCIO NO PERÍODO REPRODUTIVO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao
Colegiado do Curso de Agronomia, do Campus
Curitibanos da Universidade Federal de Santa Catarina,
como requisito para obtenção do título de Bacharel em
Agronomia.

Orientador: Samuel Luiz Fioreze

Data da defesa: 05 de Novembro de 2014

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA:

Presidente e Orientador: Samuel Luiz Fioreze

Titulação: Doutorado

Área de concentração em Agricultura

Universidade Federal de Santa Catarina

Membro Titular: Ivan Sestari

Titulação: Doutorado

Área de concentração em Bioquímica e Fisiologia de Plantas

Instituição: Universidade Federal de Santa Catarina

Membro Titular: Ana Carolina da Costa Lara Fioreze

Titulação: Doutorado

Área de concentração em Agricultura

Instituição: Universidade Federal de Santa Catarina

Local: Universidade Federal de Santa Catarina
Campus de Curitibanos

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (FFFA) (a) Déficit de pressão de vapor (b), Temperatura do ar (c) e Temperatura da folha (d) durante o período de estresse em plantas de soja. Curitiba (SC), 2014.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise de variância (valores de F) para parâmetros das trocas gasosas em folhas de plantas de soja submetidas a estresse por sombreamento e aplicação de cálcio no período reprodutivo. Curitibanos (SC), 2014. 14

Tabela 2. Análise de variância (valores F) para os componentes principais da produção de plantas de soja submetidas a estresse por sombreamento e aplicação de cálcio no período reprodutivo. Curitibanos (SC), 2014. 15

Tabela 3. Comparação de médias do TTCH para a interação entre o ambiente e aplicação de cálcio em plantas de soja submetidas a estresse por sombreamento e aplicação de cálcio no período reprodutivo. Curitibanos (SC), 2014. 16

Tabela 4. Análise de variância (valores F) para os componentes secundários da produção de plantas de soja submetidas a estresse por sombreamento e aplicação de cálcio no período reprodutivo. Curitibanos (SC), 2014. 17

Tabela 5. Comparação de médias para número de vagens de um grão no terço inferior (INFUM) e número de vagens de três grãos no terço médio (MEDTR) para aplicação de cálcio em plantas de soja submetidas a estresse por sombreamento e aplicação de cálcio no período reprodutivo. Curitibanos (SC), 2014. 18

SUMÁRIO

RESUMO.....	6
ABSTRACT	7
INTRODUÇÃO.....	8
MATERIAL E MÉTODOS.....	10
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
CONCLUSÃO.....	19
REFERÊNCIAS	19

Resumo – O presente trabalho objetivou estudar a fixação de vagens na cultura da soja em função da nutrição suplementar com cálcio no período reprodutivo. O experimento foi conduzido em canteiros, no campus da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos (SC). Utilizou-se delineamento de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas com quatro repetições. As parcelas foram formadas por dois ambientes, sendo um com plantas em pleno sol e outro com indução de estresse por sombreamento de 50% com duração de 10 dias a partir do início do período reprodutivo. As subparcelas foram compostas por formas de suplementação de cálcio, sendo aplicação foliar em R1 e R3 e aplicação direcionada com borrifador às flores nos mesmos estádios. No final do ciclo da cultura foram determinados o número total de vagens e o número de vagens nos terços inferior, médio e superior da planta; número de grãos por planta e nos terços inferior, médio e superior; massa de 100 grãos e a massa de grãos por planta. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) e as médias foram contrastadas pelo teste t de Student ($p < 0,05$). Os componentes da produção e a produção de grãos não foram afetados pelo ambiente e pelos tratamentos estudados, desta forma, pode-se concluir que a aplicação foliar ou localizada de cálcio em flores não aumenta a quantidade de flores fixadas na cultura da soja.

Palavras chave: *Glycine max* L. Merrill, abscisão de flores, vagens, produtividade.

Abstract - The present study investigated pod fixation in soybean due to the supplementary nutrition with calcium. The experiment was carried out in beds at the Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, Santa Catarina State, Brazil. The experimental design was a randomized blocks in split-spot design with four replications. The plots were consisted of two different conditions (no stress condition and shading stress of 50% for 10 days from the beginning of the reproductive period). The subplots consisted by calcium spray at R1 and R3 stages on leaves and flowers. At the maturity, were determined the total number of pods and the number of pods in the lower, middle and upper thirds of the plant; number of grains per plant and lower, middle and upper thirds; mass of one hundred grains and grain mass per plant. Data were subjected to analysis of variance by F test ($p < 0.05$) and means were compared by Student t test ($p < 0.05$). Yield components and grain yield were not affected by the environment neither treatment studied. We concluded that calcium spray at R1 and R3 stages, on flowers, did not affect the pod set in soybean.

Key words: *Glycine max* L. Merrill, flower abscission, pod, yield.

Introdução

A atual conjuntura de produção nacional de soja demonstra algumas limitações impedindo o crescimento da produtividade agrícola, como por exemplo, adoção de medidas de manejo mal elaboradas, ausência de nutrientes ou aplicados incorretamente, ocorrência de adversidades climáticas estressantes e o aparecimento de patógenos da cultura ou que se tornaram resistentes aos tratamentos oferecidos (FRANCISCO; CÂMARA, 2013). A estimativa para a safra 2014/15 é de um aumento da área cultivada com soja no Brasil em torno de 1,4 e 5,5%, considerado um baixo valor (CONAB, 2014). Neste sentido, o estudo de estratégias que busquem maximizar o potencial produtivo da cultura da soja é de grande importância para garantir o suprimento da crescente demanda mundial, sem que seja necessária a abertura de novas áreas agrícolas.

Os principais componentes de produção da cultura da soja são o número de vagem por unidade de área, o número de grão por vagem e o peso médio dos grãos. O número de vagem é determinado pela produção de flores por planta e pela proporção que as mesmas se desenvolvem em forma de vagens. Já o número de flores por planta é determinado pelo número de flores por nó e pelo número de nós por planta. A soja produz um número alto de flores em cada inflorescência, porém o número de flores fixadas, ou seja, que formam vagens é relativamente pequeno quando comparado com o número original de flores (NAVARRO JUNIOR; COSTA, 2002). As flores aparecem em diferentes posições do racemo, sendo assim não apresentam a mesma propensão de abortamento. Flores que se encontram na posição distal possuem maior tendência de abscisão de que as que se encontram na posição proximal do racemo, pois a fixação de flores é determinada pela quantidade de fotoassimilados disponíveis, que é menor em flores com maior tendência à abscisão, sendo que flores e frutos da posição proximal afetam o desenvolvimento daqueles da posição distal (BRUN; BETS, 1984).

A quantidade de flores fixadas na cultura da soja é controlada em função do balanço entre fatores hormonais, anatômicos e nutricionais, além da disponibilidade de assimilados no período (LIU et al., 2004). O período entre zero e três dias após a antese é considerado como o mais sensível para a fixação de flores de soja, quando os processos iniciais de divisão celular estão ocorrendo (FAGERIA et al., 2006). Assim, ocorrência de fatores que afetem o metabolismo das plantas neste período pode resultar em aumento na quantidade de flores abortadas. De acordo com Navarro Junior e Costa (2002) os potenciais de produção estimados na floração e no início do enchimento de grãos não se mantêm até a maturação.

Durante a fase mais crítica do desenvolvimento reprodutivo, na qual define o abortamento ou a fixação das estruturas reprodutivas, as flores de soja apresentam xilema pouco desenvolvido (FIOREZE, 2013), o que pode dificultar o movimento de nutrientes pouco móveis no floema, como o cálcio. Neste sentido, é bastante comum se observar a recomendação de aplicação de cálcio no período reprodutivo da cultura da soja, visando aumentar a quantidade de vagens e, desta forma, a produtividade de grãos. As principais funções do cálcio na planta são: atuar na formação dos pectatos de cálcio, presente na lamela media da parede celular e na germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico (HEPLER, 2005). A aplicação de cálcio em flores da soja poderia resultar em incremento na fixação de vagens, principalmente em flores de posições distais dos racemos. Os resultados destas técnicas, contudo, não foram cientificamente comprovados até o momento. Sendo assim há a necessidade de estudar o processo de fixação de flores na cultura da soja em função da nutrição suplementar com cálcio.

Portanto o presente trabalho teve como o objetivo de estudar o processo de fixação de flores na cultura da soja em função da nutrição suplementar com cálcio.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em canteiros, no campus da Universidade Federal de Santa Catarina, campus de Curitibanos (SC), que apresenta as coordenadas geográficas: 27°17'12.2'' S, 50°31'96.6''O com 1010 metros de altitude. De acordo com a classificação de Köppen-Geiger, o clima da região é do tipo cfb, ou seja, um clima temperado e verão ameno, chuvas uniformemente distribuídas. O solo dos canteiros é do tipo Cambissolo Háplico de textura argilosa (550 g kg⁻¹ de argila).

Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas com quatro repetições. As parcelas foram formadas por dois ambientes, sendo um com plantas em pleno sol e outro com indução de estresse por sombreamento de 50% com duração de 10 dias a partir do início do período reprodutivo (estádio R1). As subparcelas foram compostas por formas de suplementação de cálcio, sendo aplicação foliar em R1 e R3 e aplicação direcionada às flores nos mesmos estádios. Cada subparcela foi formada por cinco linhas de semeadura com um metro de comprimento e com espaçamento entre linhas de 0,45 m. Considerou-se como parcela útil as 3 linhas centrais de cada subparcela. A cultivar de soja utilizada foi BMX ATIVA de hábito de crescimento determinado e boa adaptação para as condições de cultivo da região.

Antes da semeadura, o solo foi adubado com 350 kg ha⁻¹ de adubo formulado com 04-14-08 (NPK). O tratamento de sementes foi realizado com inseticida (thiamethoxan) e fungicida (carboxim+thiram). Antes da semeadura as sementes foram inoculadas com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*. Foram semeadas 20 sementes em cada linha de cultivo, de modo que, após o desbaste, restassem 15 plantas de soja bem distribuídas. A emergência das plantas foi observada no dia 01 de dezembro de 2013. Para limitar os efeitos de competição entre ramos primários e secundários das plantas, foram retirados, na fase inicial,

os ramos laterais das plantas, buscando-se o estabelecimento de plantas com apenas a haste principal.

As plantas foram conduzidas nas mesmas condições até o estágio R1 de desenvolvimento (FEHR; CAVINESS, 1977), que ocorreu aos 58 dias após a emergência (DAE), quando os tratamentos foram diferenciados. O estágio R1 é caracterizado pelo surgimento de uma flor aberta em qualquer um dos nós da planta. Para a imposição do estresse por sombreamento, as plantas foram recobertas com tela de sombreamento posicionada a um metro de distância do dossel, com capacidade de reter 50% da luz incidente. Após o período de estresse (10 dias), todos os tratamentos foram conduzidos sob as mesmas condições de intensidade luminosa, até o final do ciclo da cultura.

A aplicação da solução de cálcio foi realizada com pulverizador costal, para os tratamentos via foliar, e através de borrifador para a aplicação nas flores. A aplicação de cálcio foi realizada através do produto comercial Stoller Calcio[®], que apresenta 78,6 g L⁻¹ de Ca²⁺ em sua formulação, na dose de 3,0 L ha⁻¹ de p.c. A aplicação foi realizada aos 58 DAE (R1) e aos 67 DAE (R3).

Durante o período de estresse, foram realizadas medidas das trocas gasosas das plantas, com um analisador de gases por infravermelho modelo LI-6400XT da LI-COR (Lincol, NE) de sistema aberto. As medidas foram realizadas no período entre 09:00 e 11:00 horas, para obtenção dos valores de assimilação líquida de carbono (A), transpiração foliar (E), condutância estomática (gs) e concentração interna de carbono (Ci), além dos parâmetros associados ao ambiente, como a irradiância, temperatura do ar e das folhas e o déficit de pressão de vapor (DPV) (Figura 1). As características ambientais foram determinadas para proporcionar a caracterização dos ambientes controle e sombreado durante o período de estresse. As diferenças na intensidade da irradiação no período ocorreram de acordo com o

previsto (Figura 1a). O déficit de pressão de vapor e as temperaturas do ambiente das folhas não foram alterados no período.

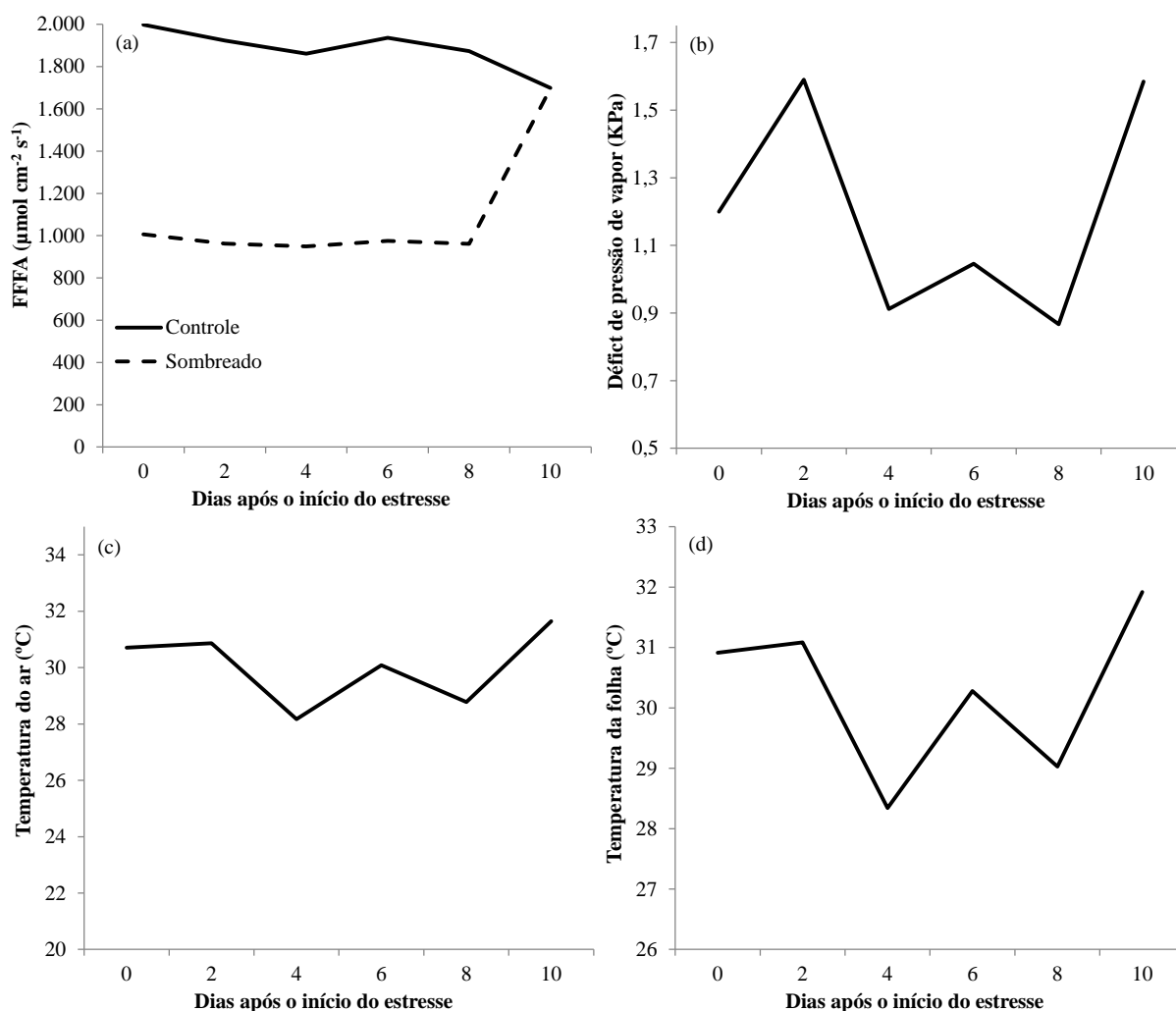


Figura 1. Fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (FFFA) (a) Déficit de pressão de vapor (b), Temperatura do ar (c) e Temperatura da folha (d) durante o período de estresse em plantas de soja. Curitiba (SC), 2014.

Ao final do ciclo da cultura, os componentes da produção e a produção de grãos por planta foram determinados em oito plantas por parcela. Os componentes da produção foram divididos em: número total de vagens e o número de vagens nos terços inferior, médio e superior da planta; número de grãos por planta e nos terços inferior, médio e superior; massa

de cem grãos e a massa de grãos por planta, obtendo-se a pesagem dos grãos colhidos sendo estes ajustados à massa para 13% de umidade. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) e as médias foram contrastadas pelo teste t de Student ($p < 0,05$).

Resultados e Discussão

Os parâmetros relacionados às trocas gasosas em folhas de plantas de soja não apresentaram interferência do ambiente e dos tratamentos aplicados (Tabela 1). Os valores médios de assimilação líquida de carbono (A) variaram entre 19,67 a 23,33 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ no período, semelhantes aos observados por Firmano *et al.*, 2009 que ficaram em torno de 20 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Porém, os valores médios de transpiração (E) ficaram acima dos valores encontrados por Firmano *et al.*, 2009 que foram de 3,5 $\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. No presente trabalho os valores variaram 6,82 a 8,28 $\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Tabela 1. Análise de variância (valores de F) para parâmetros das trocas gasosas em folhas de plantas de soja submetidas a estresse por sombreamento e aplicação de cálcio no período reprodutivo. Curitiba (SC), 2014.

Assimilação líquida de carbono ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)						
	0 DAE	2 DAE	4 DAE	6 DAE	8 DAE	10 DAE
Bloco	0,09 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,77 ^{ns}
Ambiente	0,05 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,07 ^{ns}
Tratamento	0,49 ^{ns}	1,17 ^{ns}	1,2 ^{ns}	0,7 ^{ns}	1,96 ^{ns}	0,61 ^{ns}
CV ¹	49,93	39,3	37,61	34,43	39,03	20,4
CV ²	20,45	10,6	7,25	8,32	11,4	12,44
Média	20,14	19,67	22,59	23,33	23,31	22,2
Transpiração foliar ($\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)						
	0 DAE	2 DAE	4 DAE	6 DAE	8 DAE	10 DAE
Bloco	0,93 ^{ns}	3,29 ^{ns}	2,63 ^{ns}	2,33 ^{ns}	2,50 ^{ns}	2,76 ^{ns}
Ambiente	0,04 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,92 ^{ns}
Tratamento	0,27 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,69 ^{ns}	1,73 ^{ns}	1,07 ^{ns}
CV ¹	46,09	32,74	43,67	42,45	39,99	29,94
CV ²	17,93	9,14	6,51	8,02	9,41	12,57
Média	7,89	8,28	7,04	7,73	6,82	8,26
Condutância estomática (gs) ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)						
	0 DAE	2 DAE	4 DAE	6 DAE	8 DAE	10 DAE
Bloco	0,04 ^{ns}	0,069 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,024 ^{ns}	0,083 ^{ns}	0,41 ^{ns}
Ambiente	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,032 ^{ns}	0,12 ^{ns}
Tratamento	1,33 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,81 ^{ns}	0,78 ^{ns}	0,06 ^{ns}
CV ¹	85,36	70,36	117,18	108,29	112,97	48,66
CV ²	25,1	17,2	23,26	18,06	26,74	19,61
Média	0,73	0,54	0,92	0,86	0,95	0,53
Carbono interno ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)						
	0 DAE	2 DAE	4 DAE	6 DAE	8 DAE	10 DAE
Bloco	21,01 ^{ns}	8,56 ^{ns}	3,18 ^{ns}	0,98 ^{ns}	0,76 ^{ns}	0,26 ^{ns}
Ambiente	0,00 ^{ns}	5,53 ^{ns}	1,79 ^{ns}	0,11 ^{ns}	2,21 ^{ns}	0,07 ^{ns}
Tratamento	1,75 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,64 ^{ns}	2,23 ^{ns}	1,05 ^{ns}	0,09 ^{ns}
CV ¹	1,71	2,38	6,51	8,57	8,45	6,95
CV ²	2,7	2,72	2,16	2,6	3,91	3,4
Média	301,85	282,63	301,07	295,59	309,98	274,95

^{ns}: Não significativo; CV¹: Coeficiente de variação para parcela; CV²: Coeficiente de variação para subparcela; DAE: dias após a emergência.

De forma geral, elevados valores de assimilação líquida de carbono (A) são observados em plantas no período reprodutivo, os quais estão relacionados com o

desenvolvimento de estruturas reprodutivas e com a manutenção da atividade radicular no período. De acordo com os padrões de resposta de plantas em função da irradiância no ambiente, é possível que os efeitos do sombreamento de 50% não tenham sido visualizados em plantas de soja, pelo fato de a mesma apresentar metabolismo fotossintético C3, onde baixos valores de irradiância provocam saturação fotossintética, sendo assim não houve diferença significativa entre os ambientes (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Os componentes principais da produção de plantas de soja não foram afetados pelo ambiente, nem mesmo pela aplicação de cálcio (Tabela 2). Houve interação significativa entre os fatores de estudo apenas para o número total de vagens chochas. É interessante destacar que as plantas apresentaram, de modo geral, elevada porcentagem de vagens viáveis (95%), independentemente dos tratamentos.

Tabela 2. Análise de variância (valores F) para os componentes principais da produção de plantas de soja submetidas a estresse por sombreamento e aplicação de cálcio no período reprodutivo. Curitiba (SC), 2014.

	TTCH	TTUM	TTDO	TTTR	NTV	NVV	NTG	NGV	MTG
Bloco	0,88 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,49 ^{ns}	2,31 ^{ns}	0,92 ^{ns}	1,02 ^{ns}	1,33 ^{ns}	76,50**	5,75 ^{ns}
Ambiente (A)	3,91 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,08 ^{ns}	6,00 ^{ns}	0,57 ^{ns}
Tratamento (T)	2,55 ^{ns}	0,98 ^{ns}	0,94 ^{ns}	2,23 ^{ns}	1,37 ^{ns}	1,22 ^{ns}	1,30 ^{ns}	0,37 ^{ns}	1,18 ^{ns}
A x T	4,55**	0,14 ^{ns}	0,74 ^{ns}	1,01 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,87 ^{ns}	1,02 ^{ns}	1,29 ^{ns}	1,47 ^{ns}
CV ¹ (%)	38,17	33,2	31,9	32,23	30,24	31,58	32,28	1,11	18,23
CV ² (%)	3,24	35,7	25,22	21,71	19,02	19,65	19,78	4,46	17,03
Média	1,76	3,79	12,23	19,51	37,53	35,77	87,77	2,33	11,8

^{ns}: Não significativo; CV¹: Coeficiente de variação para parcela; CV²: Coeficiente de variação para subparcela; TTCH: número total de vagens chochas; TTUM: número total de vagens de um grão; TTDO: número total de vagens de dois grãos; TTTR: número total de vagens de três grãos; NTV: número total de vagens; NVV: número de vagens viáveis; NTG: número total de grãos; NGV: número de grãos por vagem; MTG: massa total de grãos.

Comparando as médias do número total de vagens chochas (TTCH) para interação entre o ambiente e aplicação de cálcio (Tabela 3) é possível observar que houve diferença significativa entre tratamentos, porém essa diferença não é representativa uma vez que não há

um padrão de respostas entre os tratamentos. No ambiente controle, maiores valores de TTCH foram observados para a testemunha sem aplicação de Ca, o que não se repetiu no ambiente sombreado. É válido ressaltar que mesmo com a existência destas variações, o número total de vagens e o número de vagens viáveis não foram afetados pelos tratamentos (Tabela 2).

Tabela 3. Comparação de médias do TTCH para a interação entre o ambiente e aplicação de cálcio em plantas de soja submetidas a estresse por sombreamento e aplicação de cálcio no período reprodutivo. Curitiba (SC), 2014.

Número de vagens chochas por planta		
	Controle	Sombreado
Testemunha	3,0 Aa	1,3 Bab
R1 Foliar	1,7 Abc	0,9 Ab
R1 Flor	1,3 Ac	2,0 Aa
R3 Foliar	1,7 Abc	1,8 Aa
R3 Flor	2,2 Aab	1,7 Aab
dms	0,9	
Médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si, pelo teste t de Student, a 5% de probabilidade.		

Analisando-se os componentes secundários da produção (Tabela 4), houve efeito da aplicação de Ca apenas no terço médio das plantas, com vagens de três grãos e inferior com vagens de um grão. Não houve efeito do ambiente, tampouco efeito de interação entre fatores de estudo para estes componentes.

Tabela 4. Análise de variância (valores F) para os componentes secundários da produção de plantas de soja submetidas a estresse por sombreamento e aplicação de cálcio no período reprodutivo. Curitiba (SC), 2014.

	NTVINF	NTVMED	NTVSUP	NGINF	NGMED	NGSUP	MGINF
Bloco	2,97 ^{ns}	2,11 ^{ns}	0,64 ^{ns}	3,89 ^{ns}	2,21 ^{ns}	0,68 ^{ns}	3,43 ^{ns}
Ambiente (A)	0,13 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,03 ^{ns}	1,28 ^{ns}
Tratamento (T)	1,18 ^{ns}	0,87 ^{ns}	1,73 ^{ns}	0,98 ^{ns}	1,64 ^{ns}	2,11 ^{ns}	0,79 ^{ns}
A x T	0,89 ^{ns}	0,83 ^{ns}	1,36 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,89 ^{ns}	1,43 ^{ns}	2,06 ^{ns}
CV ¹ (%)	27,04	36,5	32,32	25,33	39,83	32,68	31,25
CV ² (%)	33,58	19,21	24,26	34,19	19,31	24,54	35,8
Média	7,41	13,89	14,48	16,74	34,31	36,72	2,01
	MGMED	MGSUP	INFCH	MEDCH	SUPCH	INFUM	MEDUM
Bloco	21,07*	1,26 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,72 ^{ns}	25,70*	0,90 ^{ns}	0,70 ^{ns}
Ambiente (A)	1,50 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,33 ^{ns}	0,95 ^{ns}	43,20**	0,31 ^{ns}	0,12 ^{ns}
Tratamento (T)	2,21 ^{ns}	1,02 ^{ns}	0,71 ^{ns}	2,33 ^{ns}	2,30 ^{ns}	3,33*	0,93 ^{ns}
A x T	0,43 ^{ns}	0,56 ^{ns}	1,79 ^{ns}	1,57 ^{ns}	2,60 ^{ns}	1,29 ^{ns}	0,49 ^{ns}
CV ¹ (%)	15,37	18,00	94,28	49,50	11,90	53,63	40,65
CV ² (%)	21,09	21,94	76,4	53,83	53,54	48,19	49,25
Média	4,45	5,33	0,57	0,72	0,48	1,16	1,49
	SUPUM	INFDO	MEDDO	SUPDO	INFTR	MEDTR	SUPTR
Bloco	0,04 ^{ns}	3,60 ^{ns}	3,24 ^{ns}	1,04 ^{ns}	10,76*	2,40 ^{ns}	0,93 ^{ns}
Ambiente (A)	0,03 ^{ns}	1,78 ^{ns}	3,10 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,32 ^{ns}	1,16 ^{ns}	0,40 ^{ns}
Tratamento (T)	1,67 ^{ns}	0,89 ^{ns}	2,72 ^{ns}	0,32 ^{ns}	1,27 ^{ns}	4,81**	2,45 ^{ns}
A x T	0,63 ^{ns}	0,79 ^{ns}	1,44 ^{ns}	0,50 ^{ns}	1,04 ^{ns}	0,63 ^{ns}	1,23 ^{ns}
CV ¹ (%)	51,37	34,45	20,71	48,93	20,07	45,80	32,43
CV ² (%)	48,56	45,03	27,61	44,15	39,25	22,61	28,94
Média	1,14	3,16	4,51	4,56	3,07	7,80	8,65

NTVINF: número total de vagens no terço inferior; NTVMED: número total de vagens no terço médio; NTVSUP: número total de vagens no terço superior; NGINF: número de grãos no terço inferior; NGMED: número de grãos no terço médio; NGSUP: número de grãos no terço superior; MGINF: massa de grãos no terço inferior; MGMED: massa de grãos no terço médio; MGSUP: massa de grãos no terço superior; INFCH: número de vagens chochas no terço inferior; MEDCH: número de vagens chochas no terço médio; SUPCH: número de vagens chochas no terço superior; INFUM: número de vagens de um grão no terço inferior; MEDUM: número de vagens de um grão no terço médio; SUPUM: número de vagens de um grão no terço superior; INFDO: número de vagens de dois grãos no terço inferior; MEDDO: número de vagens de dois grãos no terço médio; SUPDO: número de vagens de dois grãos no terço superior; INFTR: número de vagens de três grãos no terço inferior; MEDTR: número de vagens de três grãos no terço médio; SUPTR: número de vagens de três grãos no terço superior. ^{ns}: Não significativo; CV¹: Coeficiente de variação para parcela; CV²: Coeficiente de variação para subparcela;

Tabela 5. Comparação de médias para número de vagens de um grão no terço inferior (INFUM) e número de vagens de três grãos no terço médio (MEDTR) para aplicação de cálcio em plantas de soja submetidas a estresse por sombreamento e aplicação de cálcio no período reprodutivo. Curitiba (SC), 2014.

	INFUM	MEDTR
Controle	1,09 ab	9,38 b
Ca Foliar R1	0,69 a	6,69 a
Ca Foliar R3	1,61 b	8,53 ab
Ca Racemo R1	1,43 ab	6,08 a
Ca Racemo R3	1,01 ab	8,30 ab
dms	0,83	2,6

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si, pelo teste t de Student, a 5% de probabilidade.

Para Silva *et al.* (2006) o cálcio atua categoricamente no número de flores e vagens abortadas no feijoeiro, porém o resultado do seu estudo demonstrou que não houve variações estatísticas para os componentes de produção e também para a produtividade. Rosolem e Boaretto (1989) relatam que a época de maior demanda de nutrientes pelas plantas de soja é R1 a R5. Assim com Santos (2013) diz que a época de aplicação foliar ideal de cálcio é em geral pouco antes do florescimento (R1) e após o florescimento (R3) nas culturas anuais e no crescimento dos frutos. Contudo, o presente trabalho demonstrou que mesmo aplicando cálcio nas épocas indicadas não houve diferença significativa entre os tratamentos. Da mesma forma ocorreu no estudo feito por Arantes *et al.* (2009) onde os resultados encontrados nos tratamentos em condições de campo e de alteração nas épocas de aplicação do adubo foliar e fases de desenvolvimento não apresentaram resultados significativos em relação à produção.

A ausência de resultados para a aplicação foliar de cálcio poderia ocorrer pelo efeito guarda-chuva, onde a grande quantidade de folhas da cultura atua como impedimento físico para a chegada do nutriente às flores, as quais são o principal alvo a ser atingido com a aplicação (Fioreze et al, 2013). Contudo, no presente trabalho, a aplicação da solução de cálcio foi realizada de forma direcionada às flores da cultura, excluindo-se a possibilidade de

efeito guarda-chuva, sendo que a ausência de resultados permite que esta hipótese seja descartada.

Os resultados obtidos no presente trabalho demonstram que a limitação na quantidade de flores que se desenvolvem em vagens na cultura da soja não ocorre por deficiências nutricionais, ao menos de cálcio. Desta forma, possivelmente as limitações para o processo de fixação de vagens na soja estejam relacionadas com outros fatores, como o suprimento de fotoassimilados e o balanço hormonal no período reprodutivo das plantas.

Conclusão

A aplicação foliar ou localizada de cálcio em flores não aumenta a quantidade de flores fixadas na cultura da soja.

Referências

ARANTES, R. P.; CURY, T. N.; LEÃO, F. P.; MACIEL JUNIOR, V. A.; Aplicação foliar de cálcio e boro a base de cloreto de cálcio e ácido bórico misturado no tanque para avaliação de rendimento da semente de soja. **Nucleus**, v.6, n.2, out. 2009. Disponível em: www.rioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F4034532.pdf. Acesso em: 02 out. 2014.

BRUN, W. A.; BETTS, K. J. Source/Sink relations of abscising and nonabscising soybean flowers. **Plant Physiology**, v. 75, p.187–191, 1984. University of Minnesota, St. Paul, Minnesota. Disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1066859/pdf/plntphys00574-0197.pdf>. Acesso em 07 out. 2014.

Empresa brasileira de pesquisa agropecuária (EMBRAPA). **Tecnologias de produção de soja**. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/sojano_brasil.htm>. Acesso em: 19 out. 2014.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; CLARK, R. B. **Physiology Of Crop Production**. New York: The Haworth Press. 2006. 345P

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. Disponível em: http://www.dcs.ufla.br/site/_adm/upload/file/pdf/Prof_Faquin/Nutricao%20mineral%20de%20plantas.pdf. Acesso em 24 set. 2014.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11p. (Special report, 80).

FIOREZE, S. L. **Cálcio, Citocinina, Déficit hídrico e Sombreamento na fixação de estruturas reprodutivas de soja**. Tese de Doutorado. Botucatu – SP.

FIRMANO, R. S. KUAHARA, F. A. SOUZA, G. M. Relação entre adubação fosfatada e deficiência hídrica em soja. **Ciência Rural**, v.39, n.7, p.1967-1973, 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782009000700003&script=sci_arttext. Acesso em: 20 out. 2014. 10.1590/S0103-847820090700003.

FRANCISCO, E. A. B.; CÂMARA G. M. S. **Desafios Atuais Para o Aumento da Produtividade da Soja**. Informações Agronômicas Nº 143 – Setembro/2013. Disponível em: [http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/3FD8739C10AC786083257BF80046F586/\\$FILE/Page16-143.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/3FD8739C10AC786083257BF80046F586/$FILE/Page16-143.pdf). Acesso em: 22 out. 2014.

HEPLER, P. K. Calcium: A Central Regulator of Plant Growth and Development. **The Plant Cell**, Vol. 17, 2142–2155, August 2005.

LIU, F.; JENSEN, C. R.; ANDERSEN, M. N. Pod set related to photosynthetic Photosynthetic rate and endogenous aba in soybeans subjected to different water regimes and exogenous ABAaba and ba BA at early reproductive stages. **Annals Of of Botany**, London, V. 94, P. 405–411, 2004.

NAVARRO JUNIOR, H. M. COSTA, J. A. Contribuição Relativa Dos Componentes Do Rendimento Para Produção De Grãos em Soja. **Pesquisa agropecuária brasileira** Vol. 37,n.3,(2002). Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v37n3/8999.pdf>. Acesso em: 18 set. 2014

NAVARRO JUNIOR, H. M.; COSTA, José Antonio. Expressão do potencial de rendimento de cultivares de soja. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília , v. 37, n. 3, Mar. 2002 . Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100204X2002000300007&lng=en&nrm=iso. Acesso em 20 mai. 2014

POSSAN, A. **Avaliação Na Aplicação De Cálcio E Boro, No Estádio De Floração Na Cultura Da Soja (*Glycine Max L. Merril*)** Nas Regiões Do Oeste Catarinense. Chapecó – SC, 2010. Disponível: http://www5.unochapeco.edu.br/pergamum/biblioteca/php/imagens/000064_00006416.pdf. Acesso em 24 set. 2014.

PURCELL, L. **VI Congresso Brasileiro de Soja**. Cuiabá – MT. 2012, Relatado por Gabriel Faria. Disponível em: <http://www.cbsoja.com.br/noticia/mostrar/id/25>. Acesso em 19 out. 2014.

ROSOLEM, C.A.; BOARETTO, A.E. **A adubação foliar em soja**. In: BOARETTO, A.E.; ROSOLEM, C.A. Adubação foliar. Campinas, SP: Fundação Cargill. 1989. 500p. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782002100&script=sci_arttext. Acesso em: 30 ago. 2014.

SANTOS, E. A. **Influência da aplicação foliar de cálcio e boro em pré e pós-loração sobre os componentes de produção e na produtividade da soja**. Universidade Federal do Piauí. 2013 – Teresina – PI. Disponível em: [www.ufpi.br/subsiteFiles/ppga/.../Dissertação%20-%20Emerson\(1\).pdf](http://www.ufpi.br/subsiteFiles/ppga/.../Dissertação%20-%20Emerson(1).pdf). Acesso em: 21 ago. 2014.

SILVA, T. R. B. SORATTO, R. P. BÍSCARO, T. BORGES, L. Aplicação foliar de boro e cálcio no feijoeiro. **Científica**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 46 - 52, 2006. Disponível em: www.fag.edu.br/graduacao/agronomia/csvolume23/02.pdf. Acesso em: 23 set. 2014

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2009.